

Как улучшить технику формования и увеличить экономию энергии

Статья опубликована в журнале GLASS WORLDWIDE, 2011 г.

«В зависимости от местных условий, почти 50% стоимости изготовления стеклоизделий — это расходы на энергию».

Этот факт является ключом к пониманию важности снижения энергопотребления в процессе производства стеклотары.

Уменьшение энергозатрат позволяет в значительной степени снизить себестоимость конечной продукции.

Энергия в ее различных формах является важнейшим компонентом в процессе производства стеклоизделий. В данной статье речь пойдет об электроэнергии, которая используется для создания мощного потока сжатого воздуха, необходимого для работы стеклоформирующих машин любого производителя.

Выработка сжатого воздуха в линиях как высокого, так и низкого давления осуществляется с помощью воздушных компрессоров, поэтому нередко на стекольных заводах имеются компрессорные комнаты с установленной мощностью 600–800 кВт. Общее потребление сжатого воздуха зависит от конкретных настроек стеклоформирующих линий, следовательно, на каждом стекольном заводе эти показатели будут разными. Однако есть один фактор, который является общим для всех стеклотарных заводов: расходы на выработку сжатого воздуха занимают значительную часть счета за электроэнергию.

Проведем простые расчеты:

Стоимость электроэнергии составляет около 0,12 евро за 1 кВт·ч (в Италии). Предположим, что количество рабочих часов в год составляет 8 700. Таким образом, 1 кВт стоит 1 050 евро в год.

Если вернуться к общему потреблению электроэнергии воздушными компрессорами и предположить, что установленная мощность составляет 800 кВт с реальной потребляемой мощностью около 700 кВт (в зависимости от циклов загрузки/разгрузки при предполагаемой нагрузке около 90 %), тогда чистая стоимость энергии, используемой для воздушных компрессоров, составляет 730 000 евро в год. Конечно, затраты на электроэнергию значительно отличаются в зависимости от страны производства. К сожалению, стоимость электроэнергии в Италии является одной из самых высоких в Европе, и нет никаких признаков того, что ситуация будет меняться в лучшую сторону. Тем не менее, даже если приблизить эти показатели к средней стоимости электроэнергии во Франции, а здесь, как известно, электроэнергия является едва ли не самой дешевой в Европе, и взять стоимость 0,07 евро за 1 кВт·ч, при тех же расчетах получается около 426 000 евро в год. В любом случае, выходит серьезная сумма.

Исходя из этого, вопрос состоит в том, можно ли использовать меньше воздуха и отключить часть воздушных компрессоров?

Ответ — можно, и целью данной работы является анализ использования вакуума не в качестве замены сжатому воздуху, а для эффективного сочетания с ним, таким образом снижая расход воздуха и в то же время оптимизируя процесс формования стеклотары.

Что общего у этих двух бутылок?



Общего очень мало, кроме того, что обе бутылки изготовлены из стекла и имеют одинаковую емкость 0,66 л. Слева изображена бутылка из-под пива Tsingtao, наверное, самого популярного пива в Китае, которое можно купить практически везде, включая китайские рестораны по всей Европе и в других странах мира. Tsingtao является пятой пивоваренной компанией в мире с общим объемом производства 50 миллионов гектолитров в 2009 году. Справа - фирменная бутылка из-под популярного итальянского пива Birra Peroni, которое продается в любом супермаркете в Италии.

Рисунок 1. Пивные бутылки емкостью 0,66 л китайского и итальянского производства.

Разница в весе поражает (45,7% стекла), и следует понимать, какой сложный технологический путь требуется пройти от зеленой бутылки весом 522 г. до коричневой бутылки весом всего 283 г. при их одинаковой емкости. Этот путь охватывает все этапы производства стеклотары, начиная с правильного смешивания и заканчивая отжигом в печи. При этом очень важным фактором в процессе производства облегченной бутылки является использование вакуума в стеклоформирующих линиях.



Рисунок 2. 522 г. и 283 г.

Вакуум со стороны выдувки



Рисунок 3. Стеклоформирующая машина в процессе производства различных контейнеров (фотография из архива компании Bottero S.p.A.)

Использование вакуума со стороны выдувки является одним из наиболее распространенных решений. Такая технология применялась на протяжении многих лет, и этот процесс требует наличия форм с вентиляционными отверстиями и каналами для вакуума. При этом стеклоформирующая машина должна быть отрегулирована для использования вакуума. Сегодня все производители стеклоформирующих машин предлагают в качестве стандартной функции, применения вакуума со стороны выдувки. Вакуум создается через серию маленьких вентиляционных отверстий переходящих в каналы, равномерно

распределенных по верхней поверхности литевой формы, начиная от плеча бутылки и до самого горлышка. Часто такие отверстия спрятаны в выгравированных надписях, если таковые имеются, и в этом случае вакуум также способствует четкости гравировки на бутылке. Диаметр вентиляционных отверстий для вакуума варьируется от 0,4 мм (минимум) до 0,7 мм (максимум). Выбор диаметра отверстий остается за производителем литевых форм и зависит от назначения и формы изделия. Вакуум действует в качестве дополнительной силы вместе с потоком сжатого воздуха, и сочетание возвратно-поступательного действия вакуума и сжатого воздуха повышает эффективность процесса за счет увеличения его скорости, способствует равномерному распределению стекла со стороны контейнера и позволяет уменьшить вес капель стекломассы.

Удаляя воздух, захваченного между изделием и формой, также способствует контролируемому понижению температуры матрицы. Дополнительным преимуществом использования вакуума

заключается в небольшом сокращении использования сжатого воздуха и частичном замещении его вакуумом. Снижение использования сжатого воздуха позволяет экономить энергию.

Один из способов, используемых для демонстрации вакуума «в работе» при формировании стеклоизделий, заключается в том, чтобы остановить действие выдувной головки стеклоформирующей машины. В этом случае для формирования изделия будет использоваться только вакуум. Действие вакуума со стороны выдувки настолько сильно, что формирование изделия можно завершить, используя один лишь вакуум. К сожалению, в стандартном производстве невозможно использовать только вакуум, поскольку изделия остаются слишком горячими по окончании формирования. Тем не менее, вышеизложенное наглядно демонстрирует, каким образом и в какой степени вакуум может влиять на процесс формирования.

Вакуум со стороны черновой формы

Вакуум можно также использовать со стороны черновой формы, снижая при этом потребление сжатого воздуха, а также улучшая качество изделия и повышая скорость производства.

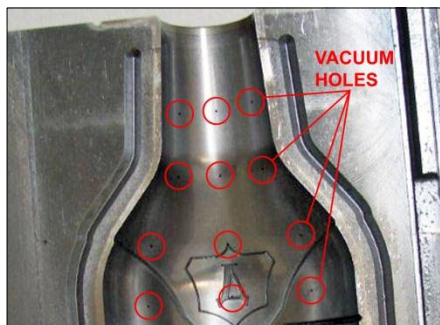


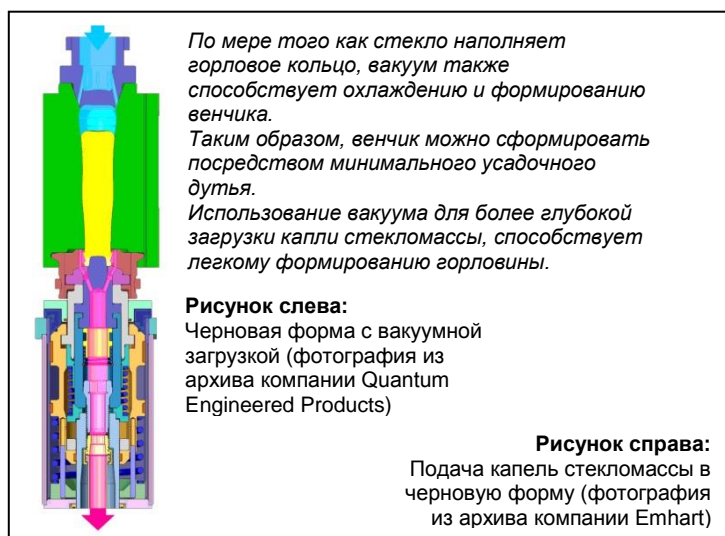
Рисунок 4. Стеклоформа с вентиляционными отверстиями для вакуума в верхней части (фотография из архива компании Busellato Glass Moulds Srl)

Смысл заключается в «вытягивании» капли стекломассы с помощью вакуума вместо ее «выталкивания» посредством усадочного выдува. В этом случае вакуум может почти полностью заменить усадочный выдув. Кроме того, опыт и знания, накопленные компанией Quantum Engineered Products, показывают, что использование вакуума со стороны черновой формы может значительно уменьшить угол усадочного выдува от обычных 35–40° до 4–5°. То есть таким способом можно добиться экономии сжатого воздуха и времени, необходимого для этой операции, на 85–90%.

Стоимость вакуума и стоимость сжатого воздуха

Чрезвычайно трудно определить разницу в стоимости при сравнении потоков. Однако можно сравнить стоимость конкретной операции при ее осуществлении с помощью вакуума или с помощью сжатого воздуха. Короче говоря, если не вдаваться в подробности, можно констатировать, что при выполнении конкретной операции с использованием вакуума вместо воздуха, стоимость энергии для создания вакуума в четыре раза меньше стоимости энергии, необходимой для выработки сжатого воздуха.

Эффективное производство вакуума



По мере того как стекло наполняет горловое кольцо, вакуум также способствует охлаждению и формированию венчика.

Таким образом, венчик можно сформировать посредством минимального усадочного дутья.

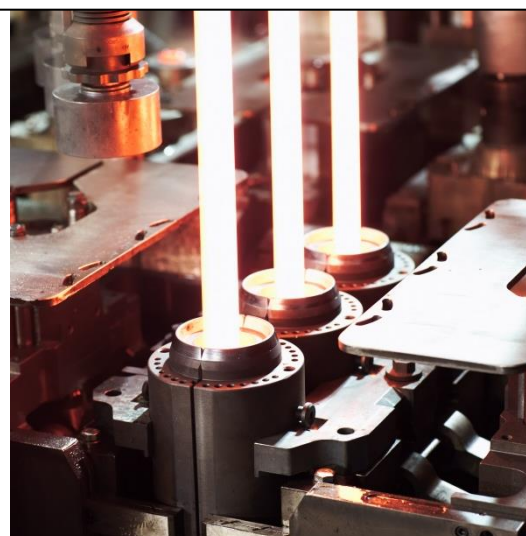
Использование вакуума для более глубокой загрузки капли стекломассы, способствует легкому формированию горловины.

Рисунок слева:

Черновая форма с вакуумной загрузкой (фотография из архива компании Quantum Engineered Products)

Рисунок справа:

Подача капель стекломассы в черновую форму (фотография из архива компании Emhart)



В отличие от сжатого воздуха, вакуум трудно «увидеть», а его значение часто недооценивается и воспринимается как «второстепенное». Кроме того, сжатый воздух всегда производится централизованными системами, а вакуум обычно создают автономно с помощью небольших насосов, хотя при использовании для этой цели централизованной вакуумной системы можно добиться существенной экономии.

Вакуум можно создавать разными способами, и наш опыт показывает, что очень часто его производят с помощью устаревшего или технически несовершенного оборудования, теряя при этом возможность использовать альтернативное и более дешевое средство, нежели сжатый воздух. Вакуумный насос является очень важным оборудованием и заслуживает постоянного технологического совершенствования и модернизации. Прежде всего, с самого начала проекта необходимо использовать именно вакуумный насос. Использование обратных компрессоров или просто «любых» насосов может привести к неприятным сюрпризам с точки зрения эффективности или чрезмерных затрат за весь срок службы оборудования.

Роторно-пластинчатая технология, используемая в насосах Pneumofore, безусловно, является самой эффективной для создания вакуума в промышленных целях. Роторно-пластинчатый насос разработан специально для создания вакуума, в то время как винтовые насосы обычно представляют собой компрессоры, «трансформированные» в насосы. Эффективность и стабильность эксплуатационных показателей роторно-пластинчатого насоса являются абсолютно недостижимыми даже для лучших жидкостно-кольцевых насосов, независимо от того, что используется в качестве уплотняющей жидкости — вода или масло.

Роторно-пластинчатая технология основана на скользящем движении пластинок в пазах ротора. Общая контактная поверхность между краем лопаток и цилиндром значительно меньше, чем общая контактная поверхность между двумя винтами и внутренней поверхностью цилиндра. По окончании срока службы нужно заменить винты на новые, причем такая замена является довольно дорогостоящей. Роторно-пластинчатый насос можно разобрать, и после полировки цилиндра его эксплуатационные характеристики вновь будут на первоначальном уровне.

Компания Pneumofore предлагает широкую гамму роторно-пластинчатых насосов, 85-летний опыт в вакуумных технологиях, полученный при установке сотен вакуумных систем и тысяч насосов по всему миру, успешно работающих по сегодняшний день. И в полярных районах, и в жарком экваториальном климате роторно-пластинчатые насосы с воздушным охлаждением продолжают показывать высокую производительность и эффективность при самых низких эксплуатационных затратах.

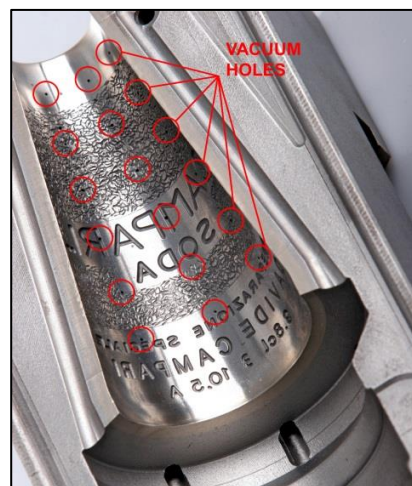


Рисунок 5. Форма с вентиляционными отверстиями по всей поверхности (фотография из архива компании Strada Srl)